

IDENTIFIKASI DAN INVENTARISASI POTENSI LONGSOR PROVINSI PAPUA DAN PAPUA BARAT

Ananta Purwoarminta¹, Garendel Siboro²

¹Pusat Studi Bencana (PSBA) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

²Balai Pengelolaan DAS (BP DAS) Memberamo Papua

Abstract

Landslide is nature phenomenon which is caused by unstable slope and influenced by the existence of trigger factor. The Province of Papua and West Papua have rough morphology and steep slope. The areas are severely faulted. These areas, hence, are vulnerable to landslide. This research accordingly aims at identifying potential landslide; identifying the factor and process of landslide; and compiling landslide hazard map. This research was conducted through spatial approach based on secondary data both map and tabular data. Landslide potency map are compiled by using overlay technique.

Key Words : Landslide, hazard map, spatial approach, overlay

1. Pendahuluan

Provinsi Papua dan Papua Barat terletak pada pertemuan dua lempeng kerak bumi yaitu Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dan Lempeng Samudra Hindia-Australia yang bergerak relatif ke arah Utara, sehingga secara geologis termasuk aktif tektonik. Akibat tumbuk-an lempeng tektonik tersebut, banyak terbentuk pegunungan lipatan dan pegunungan patahan. Topografi Papua dan Papua Barat bervariasi mulai dari dataran rendah berawa sampai bergunung yang dipadati dengan hutan hujan tropis dan lipatan salju, padang rumput dan padang dengan alang-alangnya. Di bagian tengah terdapat rangkaian pegunungan tinggi sepanjang 650 km. Salah satu bagian dari pegunungan tersebut adalah Pegunungan Jaya-wijaya yang terkenal karena terdapat 3 puncak. Walaupun puncak Jaya-wijaya terletak di dekat khatulistiwa, namun

selalu diselimuti oleh salju abadi dengan ketinggian 5.030 m (15.090 kaki), puncak Trikora 5.160 m (15.480 kaki) dan puncak Yamin 5.100 m (15.300 kaki). Sungai-sungai besar beserta anak sungainya sebagian besar mengalir ke arah selatan dan utara. Sungai Digul yang bermula dari pedalaman Kabupaten Merauke mengalir ke Laut Arafura. Sungai Warena, Wagana, dan Mamberamo yang melewati Kabupaten Jayawijaya, Paniai dan Jayapura bermuara di Samudra Pasifik.

Lereng terjal merupakan indikasi bahwa sebagian wilayah Propinsi Papua dan Papua Barat mempunyai potensi longsor yang dapat diicu oleh adanya getaran maupun hujan. Bencana tanah longsor yang dipicu oleh hujan pernah terjadi salah satunya di Dok II, Kota Jayapura pada tanggal 15 Januari 2008 yang telah mengakibatkan 11 orang meninggal dunia dan bebersps rumah rusak berat.

Bencana longsor yang dipicu oleh getaran terjadi pada tahun 2002 yang telah mengakibatkan 125 orang tertimbun tanah longsor (PVMBG,2007). Bencana tanah longsor juga pernah terjadi di areal pertambangan emas Freeport di Tembagapura pada tanggal 23 Maret 2006 yang telah menewaskan 2 orang dan 100 orang terkubur. Sebagai salah satu usaha mitigasi dan kesiapsiagaan menghadapi ancaman longsor perlu disusun peta potensi longsor.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. mengidentifikasi dan menginventarisasi daerah yang mempunyai potensi longsor;
2. mengetahui faktor dan proses terjadinya longsor; serta
3. menyusun peta potensi longsor.

3. Deskripsi Wilayah

Provinsi Papua dan Papua Barat mempunyai luas daratan sebesar 414.800 km² (hampir 3,5 kali luas Pulau Jawa) dan luas perairannya sebesar 228.000 km², terletak pada posisi 0° 19' - 10° 45' LS dan 130° 45' - 141° 48' BT. Luas daratan 21,9% dari total daratan seluruh Indonesia yaitu 421.981 km² membujur dari barat ke timur (Sorong-Jayapura) sepanjang 1,200 km (744 mil) dan dari Utara ke Selatan (Jayapura-Merauke) sepanjang 736 km (456 mil).

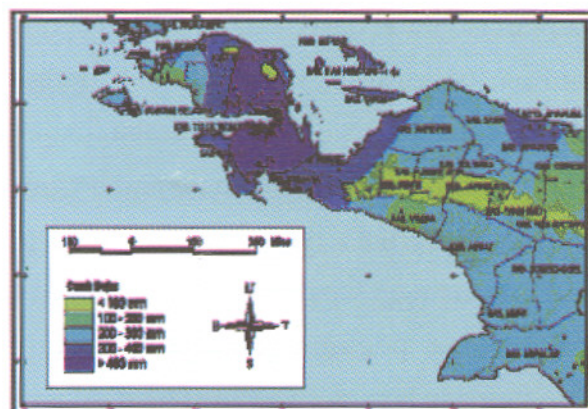
Provinsi Papua dan Papua Barat merupakan kawasan paling Timur Indonesia. Secara administrasi Provinsi Papua Barat

mempunyai 9 kabupaten yaitu Manokwari, Raja Ampat, Sorong, Sorong Selatan, Teluk Bintuni, Teluk Wondama, Kota Sorong, Fak-fak, dan Kaimana. Propinsi Papua terbagi menjadi 20 kabupaten yaitu Kota Jayapura, Asmat, Biak-Numfor, Boven Digoel, Jayapura, Jayawijaya, Keerom, Mappi, Merauke, Mimika, Nabire, Paniai, Pegunungan Bintang, Puncak Jaya, Sarmi, Supiori, Tolikara, Waropen dan Yapen serta Yakuimo.

Secara geografis Papua dan Papua Barat merupakan salah satu kawasan yang terletak paling timur dari kepulauan Indonesia memiliki luas wilayah 42.198.055 Km² dengan batas wilayah administratif sebagai berikut;



Gambar 1. Peta Administrasi Provinsi Papua dan Papua Barat

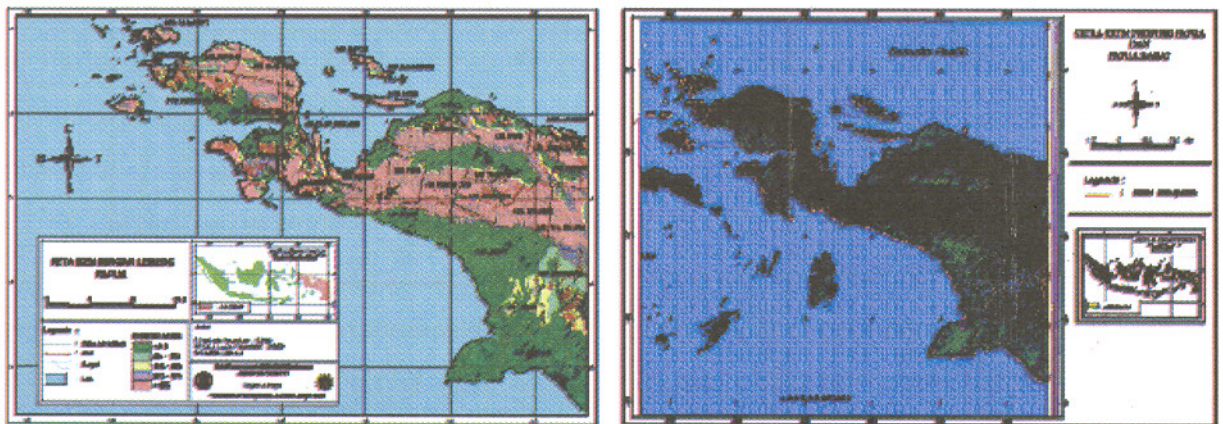


Gambar 2. Peta Curah Hujan Provinsi Papua dan Papua Barat

Sebelah Utara : Samudra Pasifik
 Sebelah Timur : Negara Papua New Guinea (PNG)
 Sebelah Selatan : Laut Seram dan Laut Arafura
 Sebelah Barat : Provinsi Maluku

Secara umum wilayah ini beriklim tropik, di wilayah pesisir barat dan utara beriklim tropis basah dengan curah hujan berkisar antara 1.500 - 7.500 mm per tahun. Curah hujan tertinggi terjadi di pesisir pantai utara

Keadaan topografi bervariasi mulai dari dataran rendah berawa sampai bergunung yang dipadati dengan hutan hujan tropis, padang rumput dan padang dengan alang-alangnya. Di bagian tengah terdapat rangkaian pegunungan tinggi sepanjang 650 km. Salah satu bagian dari pegunungan tersebut adalah Pegunungan Jaya-wijaya yang terkenal karena terdapat 3 puncak. Walaupun puncak Jayawijaya terletak di dekat Khatulistiwa, namun selalu diselimuti oleh salju abadi



Gambar 3 Peta Lereng Provinsi Papua dan Papua Barat (kiri), Citra SRTM yang menunjukkan kemiringan lereng Di Provinsi Papua dan Papua Barat (kanan)

dan di pegunungan tengah, sedangkan curah hujan terendah terjadi di pesisir pantai selatan. Curah hujan dapat dibagi dua bagian yaitu, bagian pertama adalah bagian Utara sampai Pegunungan Tengah dan bagian Pegunungan Tengah hingga Pantai Selatan, pada bagian Utara hujan merata sepanjang tahun dengan curah hujan cukup tinggi, yaitu diatas 2.000 mm per tahun. Kondisi ini menyebabkan iklim di daerah ini bertipe A menurut Oldeman, sedangkan pada bagian Selatan hujan tidak merata sepanjang tahun, jumlah curah hujan rendah, yaitu kurang dari 2.000 mm per tahun.

dengan ketinggian 5.030 m (15.090 kaki), puncak Trikora 5.160 m (15.480 kaki) dan puncak Yamin 5.100 m (15.300 kaki).

Sungai-sungai besar beserta anak sungainya mengalir ke arah selatan dan utara. Sungai Digul yang bermula dari pedalaman Kabupaten Merauke mengalir ke Laut Arafura. Sungai Warena, Wagona, dan Mamberamo yang melewati Kabupaten Jayawijaya, Paniai dan Jayapura bermuara di Samudera Pasifik.

Bentangan pegunungan sepanjang 1.600 km dari tengah ke tenggara mendominasi *landscape* Papua. Pegunungan Jayawijaya

dengan puncak tertinggi setinggi 4.884 meter dpl. merupakan pegunungan tertinggi di dunia selain Pegunungan Himalaya dan Pegunungan Andes dan merupakan daerah dengan salju ekuator permanen, namun belakangan ini mencair sejalan dengan perubahan iklim dunia.

4. Metode Penelitian

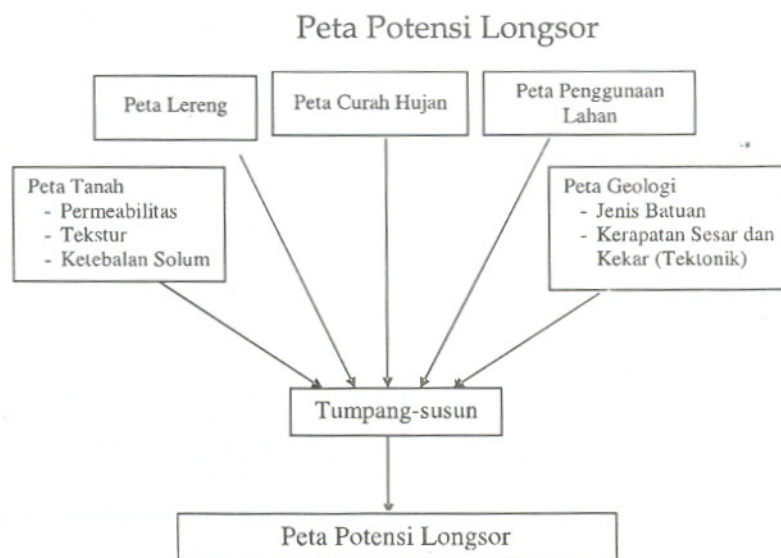
Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta daerah aliran sungai, peta kontur, peta penutup lahan, peta administrasi, peta *landsystem*, peta geologi dan data curah hujan. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan keruangan berdasarkan data sekunder baik dalam bentuk peta maupun data tabular, serta dalam menentukan peta potensi longsor dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis dalam analisisnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data yang digunakan untuk pemetaan potensi longsor

No	Kualitas Lahan	Karakteristik Lahan
1.	Topografi	Sudut lereng
2.	Litologi	Jenis batuan Kerapatan Sesar
3.	Tanah	Kedalaman solum tanah Permeabilitas tanah Tekstur tanah
4.	Iklim	Curah hujan
5.	Penggunaan Lahan	Bentuk penggunaan lahan

Sumber :PSBA dengan Modifikasi, 2004

Penentuan potensi longsor daerah penelitian digunakan teknik pengharkatan dan pembobotan. Data karakteristik lahan diklasifikasikan sebagai faktor yang berpengaruh terhadap longsor dan faktor pemicu longsor. Dalam pemberian harkat untuk masing-masing parameter/karakteristik lahan yang mempengaruhi terjadinya suatu longsor, maka setiap parameter diklasifikasikan ke dalam lima kelas. Harkat yang paling tinggi dalam hal ini 5 adalah yang paling besar



Gambar 5. Tumpang susun berbagai peta tematik untuk menentukan peta potensi longsor

pengaruhnya terhadap terjadinya longsor. Harkat yang paling rendah dalam hal ini 1 adalah yang paling kecil pengaruhnya terhadap terjadinya longsor.

Pembobotan faktor longsor ditentukan atas dasar pemahaman penyebab longsor. Faktor yang menyebabkan longsor adalah gaya berat yang bekerja pada suatu massa tanah dan atau batuan. Besarnya pengaruh gaya berat terhadap massa tanah/batuan ditentukan oleh sudut lereng, maka faktor lereng diberi bobot yang paling tinggi dibandingkan dengan faktor lain. Faktor hujan mempunyai bobot yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan dikarenakan hujan dapat mempengaruhi perubahan besar beban massa batuan dan atau tanah secara relatif lebih cepat/dramatik di-

bandingkan dengan penggunaan lahan, begitu juga dengan kondisi tektonik.

Faktor batuan diberi nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah karena batuan merupakan alas daripada tanah. Perubahan-perubahan yang terjadi pada batuan secara otomatis mempengaruhi kestabilan tanah yang berada di atasnya. Sedang perubahan-perubahan yang terjadi di tanah belum tentu berpengaruh terhadap batuan yang ada di bawahnya. Pemberian harkat dan bobot yang lebih rinci untuk semua faktor-faktor yang mempengaruhi longsor disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan cara perhitungan di atas maka dapat dilakukan klasifikasi potensi longsor. Longsor mempunyai potensi rendah apabila pada daerah tersebut tidak terdapat

Tabel 2. Perhitungan harkat dan bobot faktor-faktor yang mempengaruhi longsor.

No	Jenis factor	Parameter	Bobot (B)	Konstanta (K)	B*K	Harkat		Harkat x bobot x konstanta	
						Min	Max	Min	Max
1.	Kelerengan	Kemiringan Lereng	10	1,0	10	1	5	10	50
2.	Iklim	Curah Hujan	8	1,0	8	1	5	8	40
3.	Penggunaan Lahan	Bentuk Penggunaan Lahan	4	1,0	4	1	5	4	20
4	Material Penyusun	Jenis Batuan	6	0,67	4,02	1	5	4,02	20,1
		Kedalaman Tanah	6	0,15	0,9	1	5	0,9	4,5
		Permeabilitas Tanah	6	0,09	0,54	1	5	0,54	2,7
		Tekstur Tanah	6	0,09	0,54	1	5	0,54	2,7
5	Tektonik	Kerapatan Sesar	8	1,0	8	1	5	8	40
								36	180

Sumber : hasil analisis

Tabel 3. Klasifikasi potensi longsor

No.	Potensi longsor	Skor total
1.	Rendah	< 84
2.	Sedang	84 – 132
3.	Tinggi	> 132

Sumber : hasil analisis

parameter yang mendukung untuk terjadinya longsor. Parameter tersebut diantaranya adalah lereng dan curah hujan, sedangkan longsor mempunyai potensi tinggi apabila terdapat parameter yang mempunyai peran kuat untuk terjadinya longsor. Longsor mempunyai potensi rendah apabila mempunyai total nilai kurang dari 84, sedangkan mempunyai potensi sedang apabila besaran nilainya adalah antara 84 hingga 132, dan mempunyai potensi tinggi apabila mempunyai nilai lebih dari 132. Tabel 3 merupakan rincian dari pembagian klas potensi longsor.

5. Pembahasan

Daerah yang mempunyai potensi longsor umumnya mempunyai sifat atau karak-

teristik yang khas. Karakteristik daerah potensi longsor di Papua dan Papua Barat adalah adanya kemiringan lereng curam, jenis batuan yang mudah terdisintegrasi, pola patahan batuan, pola perlapisan batuan, ketebalan tanah, kandungan air tinggi dan getaran gempa merupakan proses yang dapat mempengaruhi terjadinya longsor. Faktor kadar air merupakan hal yang cukup dominan, maka longsor sering terjadi pada musim hujan.

Lahan yang mengalami longsor memberi gambaran bahwa kondisi lereng, tanah, batuan serta vegetasi mempunyai peranan yang kuat terhadap terjadinya longsor. Lereng-lereng yang curam tersusun oleh tanah lempung atau batuan kedap air (batuan andesit). Saat hujan turun, air hujan dengan cepat meresap ke dalam tanah. Oleh karena air dalam tanah ini tidak dapat menembus ke lapisan kedap, maka air hujan yang meresap ini hanya terkumpul diatas batuan kedap dan membuat jenuh tanah lempung sehingga terbentuk bidang gelincir. Akibatnya adalah



Gambar 6. Peta Potensi Longsor Propinsi Papua dan Papua Barat

terjadi longsor pada bidang gelincir tersebut.

Aktivitas tektonik yang terjadi di Papua dan Papua Barat disebabkan oleh pertemuan antara lempeng Pasifik dengan lempeng Australia dan Hindia. Aktivitas lempeng telah menyebabkan terbentuknya sesar-sesar di Papua dan Papua Barat. Aktivitas tektonik yang tinggi dan banyaknya sesar-sesar di Papua dan Papua Barat, dapat menyebabkan batuan ataupun material tanah berada dalam kondisi tidak stabil, akibatnya sesar akan mudah tergoncang dan dapat runtuh. Apabila terjadi getaran akibat pertemuan lempeng tektonik, maka potensi terjadinya longsor cukup tinggi.

Vegetasi yang lebat dan terdapat pada lereng yang terjal dapat menambah beban terhadap tanah dan memicu longsor. Pohon yang berupa tanaman keras, tidak mempunyai akar menyebabkan tanah tambah longgar dan bersifat menggemburkan tanah, yang selama ini selalu dicurigai sebagai salah satu penyebab longsor. Hal ini menunjukkan bahwa lereng yang lebat vegetasinya merupakan daerah rawan terhadap longsor, karena dipengaruhi oleh tipe perakaran dari jenis tanaman tersebut.

Faktor yang dominan menyebabkan longsor secara umum adalah kondisi alam, yaitu kemiringan lereng yang curam, material penyusun, aktivitas tektonik serta curah hujan yang tinggi. Daerah yang mempunyai potensi longsor tersebut umumnya mempunyai lereng yang terjal dan intensitas hujan tinggi, batuan

kedap air dan terkontrol oleh sesar, dan dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang dapat menggemburkan tanah dan membebani lereng. Aktivitas tektonik yang tinggi dan banyaknya sesar di Provinsi Papua dan Papua Barat, akan menyebabkan batuan ataupun material tanah berada dalam kondisi yang tidak stabil, akibatnya sesar akan mudah tergoncang dan dapat runtuh.

Wilayah yang tingkat potensi longornya tinggi meliputi Kabupaten; Jayawijaya, Puncak Jaya, Yakuimo, Paniai, Nabire Talikora, Jayapura, Waropen, dan Manokwari. Sebaran daerah yang berpotensi longsor sedang meliputi Kabupaten; Sorong Selatan, Teluk Wondama, Fakfak, Kaimana, Mimika, Mappi, dan Kabupaten Keerom. Daerah yang mempunyai potensi longsor rendah meliputi Kabupaten; Merauke, Mappi, Mimika, Boven-digul, Asmat, Teluk Bintuni, dan Kota Sorong.

6. Kesimpulan

Potensi tanah longsor di Papua dan Papua Barat dapat diidentifikasi melalui karakteristik fisiknya. Faktor-faktor yang dominan menyebabkan longsor di Propinsi Papua dan Papua Barat secara umum adalah kondisi alam, yaitu kemiringan lereng yang curam, material penyusun, aktivitas tektonik serta curah hujan yang tinggi. Daerah yang mempunyai potensi longsor tersebut umumnya mempunyai lereng yang terjal dan intensitas hujan tinggi, batuan kedap air dan terkontrol oleh sesar, dan dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang dapat menggemburkan tanah dan membebani lereng. Aktivitas

tektonik yang tinggi dan banyaknya sesar di Papua dan Papua Barat, akan menyebabkan batuan ataupun material tanah berada dalam kondisi yang tidak stabil, akibatnya sesar akan mudah tergoncang dan dapat runtuh.

Berdasarkan peta potensi tanah longsor, maka dapat dilakukan inventarisasi daerah-daerah yang mempunyai potensi longsor tinggi. Daerah yang mayoritas mempunyai potensi longsor tinggi meliputi Kabupaten Jayawijaya, Puncak Jaya, Yakuimo, Paniai, Nabire, Talikora, Jayapura, Waropen, dan Manokwari. Daerah yang mayoritas mempunyai potensi sedang adalah Kabupaten Sorong Selatan, Teluk Wondama, Fakfak, Kaimana, Mimika, Mappi, dan Kabupaten Keerom, dan daerah yang mayoritas mempunyai potensi rendah adalah kabupaten Merauke, Mappi, Mimika, Bovendigul, Asmat, Teluk Bintuni, dan Kota Sorong.

Daftar Pustaka

- Abbott, P.L., 2004. *Natural Disaster*. McGraw-Hill. Boston.
- Anonim, 1986, *Petunjuk Penyelidikan dan Penanggulangan Gerakan Tanah (Longsor)*, pp 39-60, Balitbang Pekerjaan Umum Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim. 2007. Pada 2007, 11 Provinsi di Indonesia Berpotensi Longsor dan Banjir Bandang. 1 Jan 2007. www.papua.go.id [access date: 12 September 2007]
- Anonim. 2007. *Katalog Gempabumi Merusak Wilayah Papua*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. www.bpvmmbg.go.id

bpvmmbg.go.id [access date: 12 September 2007]

- Bakornas PBP, 1998. *Pedoman Penanggulangan Bencana dan Penanganan Pengungsi*. Jakarta.
- Bates, R.L. and Jackson, J.A., 1987. *Glossary of Geology*, Third Edition, American Geological Institute, Alexandria, Virginia.
- Carrara, A., 1984. *Landslide Hazard Mapping: Aims and Methods*, in J.-C. Flageollet (eds.). *Moevements de Terrain, Serie Documents du BRMG*, 83.
- Carrara, A., Cardinali, M., & Guzzetti, F., 1992, *Uncertainty in Assessing Landslide Hazard and Risk*, *ITC Journal* Volume 2, pp. 172-182.
- Carter, W. Nick, 1991. *Disaster Management. A Disaster Manager's Handbook*. ADB. Manila. Philippines.
- Cooke, R.U., Dornkamp, J.C., 1990. *Geomorphology in Environmental Management*. Clarendon Press. Oxford.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Bencana Longsor*. Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 2005 *Gerakan Tanah di Indonesia*. Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
- Emmons, W.H., Allison, I.S., Stauffer, C.R. and Thiel, G.A., 1964. *Geology : Principles and Processes*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

- Howard, A.D. and Remson, I., 1978. *Geology in Environmental Planning*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- ICIMOD. 2002. *Hazard and Risk Mapping*. Internal Report. Participatory Disaster Management Programme. UNDP-ICIMOD International Centre for Integrated Mountain Development.
- Katili, J.A. dan Marks, P., 1963. *Geologi*, Kilat Madju, Bandung.
- Karnawati 2001, *Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor. Makalah dalam Lokakarya Nasional pengembangan sistem peringatan dini sebagai upaya pencegahan dan pengurangan dampak bencana alam*. Yogyakarta, 31 Januari 2001 Pusat Studi Bencana UGM dan PMI
- Oya, Masahiko, 2001. *Applied Geomorphology for Disaster Study*. Elsevier. Amsterdam.
- Paimin dkk., 2006. *Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai*, Pusat Penelitian Dan pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan
- Pemerintah Kabupaten Magelang, 2002, *Buku Analisa Data Penelitian Gerakan Tanah Rawan Bencana Alam di Kabupaten Magelang*, kerjasama Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada
- Pettijohn, F.J., 1949. *Sedimentary Rocks*, Harper and Brothers, New York.
- Purwoarminta, A. 2006. *Mitigasi Bencana Banjir* Yogyakarta Belajar dari Banjir Jakarta, Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Purwoarminta, A. 2006. *Pandemi Flu Burung di Indonesia*, Pusat studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Purwoarminta, A. 2006. *Risiko Bencana Terhadap Cultural Heritage*, Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Purwoarminta, A., Eko 2007. *Risiko Bencana Terhadap Benda Cagar Budaya Pasca Bencana Gempabumi 27 Mei 2006*, *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sartohadi, J. 2007. *Landslide Hazard Assesment and Mapping*. Yogyakarta: Department of Environmental Geography Gadjah Mada University
- Sutikno. 1994 Pendekatan Geomorfologi untuk Mitigasi Bencana Alam Akibat Gerakan Massa Tanah/Batuan. *Prosiding Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam*. Fakultas Geografi UGM – BAKORNAS PB, Yogyakarta
- Sutikno. Sudibyakto, M. Huda, dan Sarwondo, 2001. *Petunjuk Praktis Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor*. BAP-PEDA Kabupaten Kulon Progo-PSBA UGM, Yogyakarta
- Sutikno. 2002. *Panduan Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor*, PSBA UGM, Yogyakarta

UDMT. 1997. *Introduction to Hazards. Third Edition*. <http://www.undmtp.org/english/hazards/hazards.pdf>

UNDP/UNDRO, 1992. *Introduction to Hazards 1st Edition*. Disaster Management Training Programme, University Wisconsin, US.

UNDP. 1995, *Introduction to Hazards 2nd Edition*. Disaster Management Training Programme, University Wisconsin, US.

UNDP. 1997. *Introduction to Hazards: 3rd Edition*. UNDP-DHA: Disaster Management Training Programme.

UNDP. 1992. *Tinjauan Umum Manajemen Bencana: Edisi ke 2*. UNDP-UNDRO: Program Pelatihan Manajemen Bencana

Varnes, D.J and the Commision on Landslide International Association of Engineering Geology 1984. *Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practices*. UNESCO Report P.63

Verstappen, H. Th., 1983. *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development*, Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam.

Westen, C.V. 2007. *Introduction to Landslide Hazard and Risk Assessment*. Enschede, The Netherlands: ITC-International Institute for Geo-Information and Earth Observation.

Lampiran



Gambar a. Runtuhnya material batuan pada perbukitan Cyclop di Kabupaten Jayapura yang kemungkinan dipicu oleh hujan dan aktivitas tektonik (PSBA, 2008)



Gambar b. Lokasi Pertambangan Freport dengan lereng terjal dan dilakukan perubahan sudut lereng yang dapat memicu terjadinya longsor



Gambar c. Permukiman di kawasan Jayapura yang berada pada lereng dan dapat menambah beban lereng sehingga memicu longsor (PSBA, 2008)



Gambar d. Lokasi Bencana Longsor Jayapura pada Februari 2008 yang dipicu oleh hujan dan menewaskan 11 orang (PSBA, 2008)